

汽车安全性年检参数的探讨

田国华 何光里

(交通部公路科学研究所 北京 100088)

摘要 分析汽车制动系、转向系、行驶系技术状况与行驶安全性的关系, 提出汽车安全性年检的参数。

关键词 汽车安全性 年检 参数

Study On Annual Safety Test Parameters for Vehicles In Use

Tian Guohua

(Research Institute of Highway, Beijing)

Abstract This paper analyses the relations between the technical conditions of brake system, steering system, running system and operating safety. The authors set forth annual safety test parameters

Key words Vehicle safety Annual test Parameters

汽车安全性年检是保障道路交通安全的技术性、行政性的重要措施。其目的是以最少的社会耗费, 促使车辆处于完好的安全技术状况, 保障车辆安全运行。

汽车安全年检所检测的项目是实施汽车安全年检的重要课题。确定汽车安全检测参数或项目, 尚无国际公认的技术法规或标准可遵循。它不只是技术问题, 还涉及到社会效益、社会资源的有效利用, 以及车主的权益。因此, 各国的汽车安全检测参数或项目均不尽相同, 其原因是国情不同, 即经济发展水平、车辆技术水平、道路条件、车辆使用水平、道路管理水平等不同。在确定我国车辆安全年检参数或项目时, 亦应基于我国国情, 借鉴国外的经验, 不可照搬外国的规定。

在用汽车结构已定型, 其安全性能在设计制造过程就已确立, 在使用过程随着零件、部件的磨损、老化、变形, 将逐渐衰退变差。因此, 可以说汽车上每一个组成件的状况都直接关系到汽车运行的安全性。但在安全性年检时, 不可能也不必要对众多组成件逐一进行检查, 只需检查那些对安全性影响最直接最重要的组成件状况。汽车制动系、转向系、行驶系是构成汽车主动安全性的关键组成系, 其技术状况是汽车安全性的

基础。表征其技术状况的参数有: 结构(几何)参数, 如组成件的相互位置、配合类型、行程、尺寸、形状等; 工作参数, 如制动距离; 伴随参数, 如伴随工作过程出现的发热、泄漏、噪声等。结构参数的变化将导致工作参数变化, 甚至在工作过程出现元件发热、振动等现象。显然不宜检测所有的相关参数来判别其状况的好、差, 而应选择那些对状况变化最灵敏的相对变动幅值大的、具单值性的、又易于检测的参数。

1 制动系

在用汽车固有制动性发挥的程度完全取决于制动系的技术状况。

表征在用汽车制动性好差的指标有: 制动效能, 汽车制动时的方向稳定性。

制动效能是指汽车迅速降低行驶速度直至停车的能力。评价制动效能的量标是, 制动距离和制动减速度。二者均是汽车制动系的工作参数。

制动距离是指开始踩着制动踏板到汽车完全停止, 车辆所驶过的距离。制动距离直观易测, 一直是我国在用汽车制动性的检测参数。

制动减速度未计入制动器作用时间的影响。用

EQ 1090 汽车进行的制动试验表明, 当以同一制动初速紧急制动, 其减速度相同, 制动距离有时明显不同, 制动减速度达到有关法规的规定, 制动距离却超出了限值的要求。由此可见, 制动减速度未能全面反映在用汽车制动系技术状况的变化。此外, 在其他条件一定时, 制动减速度值还随测定方法、导出和数据处理方法的不同, 产生很大的差异, 缺乏可比性。因此, 制动减速度不宜用于检测在用汽车的制动性。

汽车制动时的方向稳定性是指汽车在制动过程中维持预定行驶方向的能力。其评价量标是制动跑偏量, 即制动时偏离预定行驶方向的距离。制动跑偏量直观易测也一直是我国在用汽车制动性的检测参数, 它同样是制动系的工作参数。

制动距离、制动跑偏量均取决于制动力和制动作用时间。道路条件一定时, 地面制动力取决于各轮制动器固有制动力(摩擦力)发挥的程度, 即取决于制动系的技术状况。在用汽车的制动力和制动器作用时间的变差, 是制动系结构参数变量的综合体现。其值可在汽车动、静状态下测得。静态检测条件可相对稳定, 较少受外界环境条件干扰, 能准确反映制动系的技术状况, 因此广泛用作在用汽车安全性的基本检测参数。

1.1 制动力和制动器作用时间

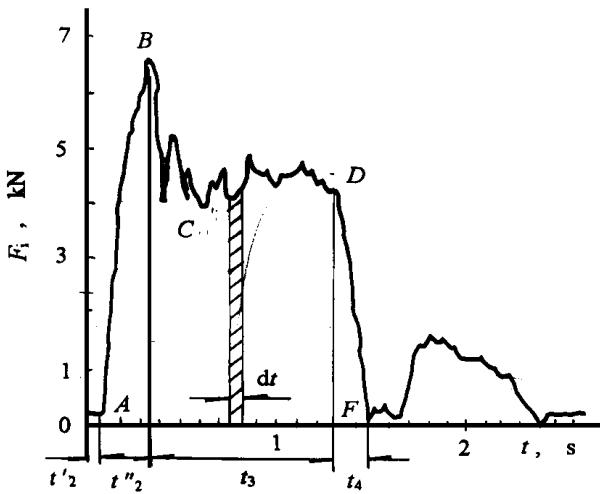


图 1 EQ1090 型汽车右前轮制动特性图例
(制动初速度 29.7km/h, 制动气压 0.6MPa)

制动过程中制动力是变化的(图 1)。驾驶员踩着制动踏板后, 制动驱动力需克服蹄片回位弹簧弹力, 蹄片与制动鼓间隙, 经一定的传递时间(线段 OA, t_2' , 制动系驱动机构的传动时间)才开始产生制动力, 并逐渐增大, 经 t_2'' 秒(制动器制动力增长时间)达最大值(线段 AB)。 $t_2' + t_2'' = t_2$ 称为制动器作用时间, 达此时刻, 车轮已充分利用了道路附着条件, 车轮立即抱死

(线段 BC)。若车辆制动系无防抱死装置, 车轮将迅速由滚动变为滑动, 制动力随之降低, 车轮滑行直至停车(线段 BCD, t_3 , 持续制动时间)。线段 DF (t_4)为解除制动器制动力所需的时间。

车轮在制动时间 dt 的制动距离(S_t)与微元面积 $F_t(t)dt$ 成正比, 汽车制动力、制动作用时间为制动距离的函数。

汽车车轮制动力特性完全取决于制动系技术状况, 我们的试验也清晰显示了其内在关系。图 1 与汽车的典型制动特性相似, 表明制动系状况良好。图 2 所示特性不同于图 1, 与典型制动特性有明显区别。图 2(a)中制动力迅速增大后不能处于稳定状况, 而是缓慢地增大, 直至停车达最大值。这是制动蹄、鼓配合状况不好的典型表现。制动过程中, 蹄、鼓接触面积因配合不好而不断变化, 从而使制动力不能稳定。图 2(b)中制动特性接近典型特性, 但有两个降值。这也是制动蹄、鼓配合状况不良的结果。制动蹄、鼓不同心, 制动鼓失圆, 以及制动鼓在制动时产生弹性变形所引起的蹄、鼓配合不良都将使制动力特性曲线形成多个峰值。

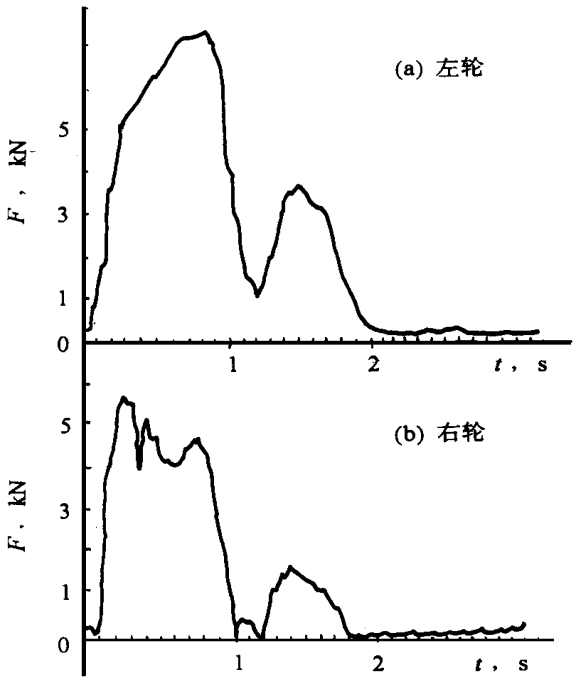


图 2 EQ1090 型汽车前轴左右轮的制动性(制动初速度 20km/h)
从制动特性图例可见, 当以制动力作为汽车制动的检测参数时, 应明确规定是取制动过程中的均值、峰值, 还是瞬时值。其次, 制动距离是指汽车在制动器起作用时间(t_2)和持续制动时间(t_3)内所驶过的距离。表明了制动器作用时间对制动距离的重要影响。从众

所周知的汽车制动距离 $S = (t_2' + \frac{1}{2} t_2'') V_0 + \frac{V_0^2}{2a}$ (V_0 ——制动初速, a ——制动减速度)的计算式中,更清晰地显示了 t_2 值对制动距离的巨大影响。

在用汽车的 t_2 值随制动系的技术状况变差而增大。图 2 表明,因轮制动器技术状况变化的差异,同轴左、右轮的 t_2 值也是不等的。曾以改变 CA1091 汽车制动蹄、鼓中部配合间隙,从而改变制动时的 t_2 值所作的试验表明,当 t_2 值增加 13%,制动距离增大了 17%。

基于上述,在用汽车制动效能的检测参数,除制动力外,还应有制动器的作用时间。

在其他条件一定时,制动力取决于制动驱动力,制动器的能量随着制动驱动力的降低而得不到充分的发挥,制动力因而显著减小(图 3)。制动驱动力达不到额定值,对于气力驱动的制动系,除气压调节机构的调整状况外,主要是由于控制阀、管路、气室等元件密封性不好,以及气源供气量不足所致;对于液力驱动的制动系,除踏板力外,制动驱动力取决于制动缸、液力管路的密封性、助力装置的状况。为此,汽车安全年检时,应检查制动系的完好性。

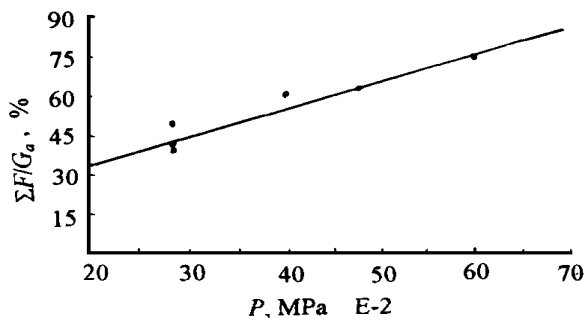


图 3 EQ1090 汽车比制动力与驱动气压的关系
(空载, $V_0 = 30 \pm 0.3 \text{ km/h}$)

1.2 制动力差和制动器作用时间差

汽车制动跑偏主要是由于各轮制动器技术状况的差异导致制动力不一致所造成。试验表明,当汽车同轴左、右轮制动力差大于一定比值时,汽车就朝制动力大的一方跑偏。因此,可用同轴左、右轮制动力差值评价汽车制动时的方向稳定性。

前、后轴制动力分配具有固定比值的汽车制动时,均是前轮先于后轮抱死滑移,其制动方向的稳定性主要取决于前轴左、右轮制动力的差值。曾用 EQ1090 汽车进行过试验,试验时,当前轴左、右轮制动力差在限值内,左后轮制动力为零,制动初速 20.5km/h 的紧急制动跑偏量仅 140mm,制动初速 30.2km/h 时的制动跑偏量也只有 250mm。当后轴左、右轮制动力差在

限值内,前轴左轮制动力为零,以初速 30.2km/h 紧急制动,汽车转向 90° ,制动跑偏 1280mm,制动拖印 8.7m。试验证明,制动力分配为固定比值的汽车,前轴制动力差是导致制动跑偏的关键。

试验表明,各轮技术状况变化的差异,不但导致各轮制动力的大小不等,而且制动器作用时间(t_2)长短不同。即使同轴左、右轮制动器产生的最大制动力相等,由于产生的时刻不同,也会导致制动跑偏。从图 2 可见,前左轮产生的最大制动力(7370N)大于前右轮的最大制动力(6280N),右轮却较左轮早 0.58s 产生最大制动力,且大于此时刻左轮产生的制动力(5210N),前右轮因而先于前左轮抱死滑移,结果汽车制动向右跑偏 40mm。由此表明,同轴左、右轮制动器作用时间差超过一定数值,同样会引起汽车制动跑偏。我们用 EQ1090 汽车以制动初速 30, 40, 50km/h 紧急制动的试验表明,前轴左、右轮制动力相近时,汽车制动跑偏随同轴左、右轮制动器作用时间(t_2)差的增加而增大,其影响随制动初速的增高而愈加明显。当前轴左、右轮制动器作用时间差大于 0.1s 时,制动方向稳定性随制动器作用时间差的增大显著变化。

当以同轴轮制动力差检测汽车制动时的方向稳定性,应同时以同轴左、右轮最大制动力差和制动作用时间差作为检测参数,或是以同轴任一轮制动力达最大值时左、右轮制动力差作为检测参数。

2 转向系

转向系主要由转向操纵机构、转向器和转向传动机构组成。它是汽车维持驾驶员给定方向稳定行驶能力(即操纵稳定性)的基本保障。

使用过程中,因转向系技术状况变化,降低汽车操纵稳定性,不需检测汽车操纵稳定性的指标,而是直接测定转向系构件结构参数的变量予以评定。因为汽车转向系除转向器外,主要由外露杆件组成,其相对位置发生变化是转向系结构参数变化的基本形式。而测定转向系组件相对位置的变量简单易行。

转向系组件相对位置变量集中体现为转向系的游隙和前轮定位的变量,它们在很大程度上决定了转向系固有功能发挥的程度。

2.1 转向系游隙

转向系游隙主要是指反映在转向操纵机构和转向传动机构的自由行程。其值超限就使系统对驾驶员指令的响应和反馈明显滞后,易引发交通事故,特别是对于高速车,其影响更甚。因此应在汽车安全年检时,检测转向盘的自由行程和转向梯形机构的自由行程是否

超限。

转向盘的自由行程是指车轮朝正前方位置时,将转向盘朝一个方向转动至任一前轮有可觉察的运动时,转向盘边缘上一点移动的距离。

转向梯形机构的自由行程是指在轮毂轴承调整正常时,前轴车轮的前胎面或后胎面的自由活动量。

2 2 前轮定位

前轮定位是指汽车转向轮定位,由于现代汽车均是以前轮转向,故称前轮定位。它是指汽车前轴、主销、转向轮三者组装后的相对位置关系。其定位参数有:主销后倾、主销内倾、前轮外倾、前轮前束。其作用是使汽车保持直线行驶的稳定性;使转向轻便;使转向轮接近纯滚动而无滑动,以减轻轮胎磨损。

前轮定位值按汽车技术水平、结构特点均设计、制造在最佳值范围。使用过程中,前轮定位值将随技术状况的变差而变化,进而使汽车操纵稳定性变坏,轮胎磨损增大。如主销后倾角超过最佳值后,就将因回正力矩过大引起前轮回正过猛,加速前轮摆振,反而恶化汽车直线行驶的稳定性,并使转向沉重。又如,主销内倾角小于最佳值就使转向阻力矩增大,削弱转向轮自动回正效应,使转向操纵沉重。前轮外倾角和前束的变差所产生的负面影响已早为人们所接受。

随着汽车技术进步,特别是轿车的高速化、前驱动化、超低压子午线轮胎的应用,以及苛刻的行驶工况(如急起步、急加速、急制动、急转向等),对前轮定位值提出了新的更严格的要求。超低压子午线轮胎具有的弹性变形特性将使前轮遇外力发生偏转时产生回正力矩,从而增强了汽车直线行驶的稳定效应。汽车作曲线运动时的惯性力随其高速化而增大。为使回正力矩不致过大,均要求减小后倾角。高速化使急转向工况的惯性力增大,加大了车身向外倾斜,使外侧前轮产生更大的正外倾,加剧外侧前轮的变形,内、外侧车轮滚动半径因而产生明显差异,发生滑动,进而加剧轮胎磨损。因此,高速化、急转向工况要求减小前轮外倾角。汽车运行中的急起步、急加速、急制动、急转向工况却要求增加主销内倾角。为抵消或减轻双回路对角布置的制动系因一条制动管路失效所导致的制动跑偏,也要求增加主销内倾角,以形成较大的抗偏力矩。因此,现代汽车前轮定位总趋势是,主销后倾角减小,甚至为负值;内倾角明显增大;外倾角变为负值;前束值随外倾角相应变动。同时后轮也有定位要求。此外,定位值的允许误差减小。如上海桑塔纳轿车,主销后倾 $30'$ 、主销内倾 14.2° 、前轮外倾 $30' \pm 20'$ 、前轮前束 $1 \sim 3\text{mm}$ 、后轮外倾 $1^\circ 40'$ 、后轮前束 $25'$ 。

运行实践表明,汽车高速行驶时,前轮定位值超限引起的前轮摆振、冲击等负面作用明显影响运行安全。就当前车辆的使用水平,对于高速车辆的安全年检宜检测其前轮定位值。

2 3 侧滑量

侧滑量是指前轮外倾和前束的侧向力所导致的滑板横向滑移植。导致同等侧滑量的前轮侧向力对于不同型号汽车是不同的。

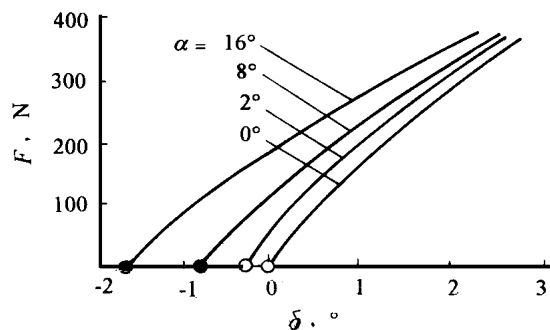


图4 具有外倾(α)和前束(δ)的车轮滚动时的侧向力(F)

外倾侧向力沿车轮接触面中心在接触面长度范围内对称分布。前束侧向力沿车轮接触中心不对称分布,合力偏向接触面的后方。前轮直线滚动时,车轮外倾和前束所引起的侧向力的方向相反,大小取决于外倾角和前束值。可以互相抵消。对于任何一个外倾角都相应有一个可以使车轮侧向力等于零的前束值(图4)。显然,侧滑量只是综合的表征前轮外倾和前束是否处于最佳组合状况,而不能判别外倾和前束是否超限,更与主销倾角无关。

为研究侧滑量对汽车安全性等使用性能的影响,曾以 EQ1090 汽车进行过专门试验。试验是在其他条件一定时,以调整前束的方法,逐步由正至负改变汽车的侧滑量进行相应的使用性能试验。试验结果表明:

1. 侧滑量为零时,与侧滑量有关的几项使用性能均处于最佳状况,一般负侧滑的负面影响大于正侧滑;
2. 双扭线行驶试验时,操纵转向盘的平均力矩随侧滑量的变化增减不大,如侧滑量(m/km)为 0.46(正),8.26(正),7.76(负),平均力矩($\text{N} \cdot \text{m}$)为 10.38,9.69,14.07;
3. 30km/h 制动初速的制动距离随侧滑量的增大变动幅度仅 0.4%~2.5%,制动跑偏量不随侧滑量的增减变化;
4. 30km/h 等速行驶,放开转向盘,在同一路况下,汽车直线行驶的稳定性(跑偏量)随侧滑量每增加 1m/km,跑偏量增加 12~23cm/100m,二者线

性相关显著;

5. 30km/h 初速自由滑行, 侧滑量每增加 1m/km, 滑行距离减少 10~12m, 滑行阻力增大 3~5N, 二者线性显著相关;

6. 30km/h 等速运行 4km 的轮胎磨损与侧滑量显著相关。如, 侧滑量由 1m/km 增至 5m/km 时, 前轮胎磨损 (mg/km) 由 4.53 增至 11.09。轮胎磨损是按以胎冠中心线沿圆周对称均布的 45 只图钉的当量磨损量计。

从上述试验结果可以看出, 汽车侧滑量对汽车操纵性和制动性的影响甚微, 虽对汽车直线行驶稳定性影响显著, 但可通过转向系控制。此外侧滑量并未全面表征前轮定位状况。由此侧滑量是否应作为汽车安全年检的必检参数值得进一步探讨。

3 行驶系

行驶系主要由车架、车桥、车轮和悬架组成。行驶系使用过程技术状况最容易发生变化, 对行驶安全影响明显的组成件是悬架和车轮。汽车安全年检时宜检测悬架和轮胎状况。

3.1 轮胎

轮胎状况的检测, 一般不需专用设备, 因此其对汽车安全行驶的重要性常被忽视。轮胎爆裂造成的特大交通事故却告诫人们不要轻视“眼看手摸”的检查。轮胎状况的优劣主要表现在花纹深度、胎面有否硬块、鼓包、结节、显露帘线等, 此外, 同轴左、右轮胎尺寸标号、结构和外形是否一致; 高速车是否装用高速胎, 高速胎的级别是否与汽车的最高车速一致也应是安全年检的重要内容。

3.2 悬架

悬架的任务是传力。由于货车和轿车的使用性能差异, 其悬架结构明显不同。货车悬架多是减震器加纵置钢板弹簧, 构造较简单。轿车悬架多系独立悬架, 组成元件多, 结构较为复杂。使用过程中, 轿车悬架状况变差, 会明显影响行驶平顺性和操纵稳定性, 影响速度性能的发挥, 危及行驶安全, 因此, 汽车安全年检宜检测悬架状况。

3.3 关于车速表检验

汽车安全年检不必检测汽车速度表。检验车速表的目的在于提示驾驶员, 防止“超速”驾车以保安全, 因此车速表指示速度只应等于或大于实际车速, 而不应是小于实际车速, 而现行车速表检验的限值误

差为+20%~-5%, 显然, 以负值误差检验车速表就失去了预防驾驶员超速行车的作用。实践表明, 只要车速表能工作, 一般不会超出汽车年检时的限值误差。

4 结语

我国当前在用汽车的技术水平, 特别是使用水平, 总体上不高。对汽车进行安全性年检是促使维持车辆处于完好技术状况, 提高使用水平的重要措施。安全性年检参数 (或项目) 宜根据车辆类型、特性区别对待。

制动性检测是所有车辆必检项目, 其检测参数应包含制动力、制动器作用时间 (即 t_2 值); 同轴轮制动力差, 制动器作用时间差, 或是同轴任一轮制动力达最大值时的制动力差。对于前、后轴制动力分配具有固定比值的汽车, 只需检测前轴轮制动力差和制动器作用时间差, 或前轴任一轮制动力达最大值时的制动力差。轮制动力的检测应明确规定是检测最大制动力、均值制动力还是瞬间制动力。

高速车辆, 主要是轿车应检测前轮定位值 (含后轮定位值)。高速车辆前轮定位值的变量对其行驶安全性的影响远大于一般车辆。此外, 轿车前轮的主销后倾、外倾、前束多是可调的, 因而在使用过程中也易于变动。

前轮侧滑量只是前轮外倾和前束组合状况的综合, 实践表明, 靠调整前束达到侧滑量限值的要求, 不一定能确保车辆稳定行驶。因此, 侧滑量不宜作为汽车安全性年检的必检参数。当前有的地区汽车安全年检把侧滑量作为参考检测项目, 侧滑量超限如何处理, 由车主自定。有的地区, 当侧滑量超限后, 即检测前轮定位值。宜取这种科学态度。

悬架状况, 主要是减震特性, 应作为高速车辆安全性年检的必检参数。

强化车辆安全年检的外表检测, 明确规定必检的项目和参数, 以及相应的检测方法。外表检测宜有: 轮胎状况, 规格型号与车辆最高行驶速度是否一致; 转向系游隙; 制动系密封性, 以及管系是否与车身或底盘碰、擦等。

基于用中型货车作过的初步试验以及我们的认识, 从技术角度提出的汽车安全年检的检测参数, 尚需进一步试验验证, 特别需要用高速车辆作些必要的试验, 才能得出比较可靠的结论。